



Asbest-Spinnerei

Von der Kgl. Technischen Hochschule zu München

zur

Erlangung der Würde

eines

Doktors der technischen Wissenschaften

(Doktor-Ingenieurs)

genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Dipl. Ing. Robert Burgmann.

Referent: Prof. Geh. Rat Egbert Ritter von Hoyer.

Korreferent: Prof. Paul von Lossow.

München 1906.
Kgl. Hofbuchdruckerei Kastner & Callwey.

Asbest-Spinnerei

Von der Kgl. Technischen Hochschule zu München

zur

Erlangung der Würde

eines

Doktors der technischen Wissenschaften

(Doktor-Ingenieurs)

genehmigte Dissertation

vorgelegt von

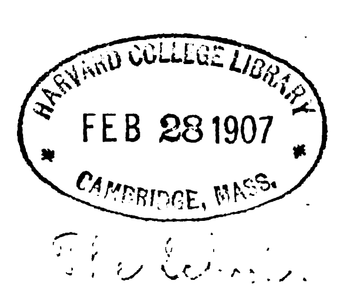
Dipl. Ing. Robert Burgmann.

Referent: Prof. Geh. Rat Egbert Ritter von Hoyer.

Korreferent: Prof. Paul von Lossow.

München 1906.

Kgl. Hofbuchdruckerei Kastner & Callwey.


HARVARD COLLEGE LIBRARY
FEB 28 1907
CAMBRIDGE, MASS.

Inhalt.

Asbest-Spinnerei.

A. Entstehung, Vorkommen und Gewinnung des Rohasbestes.

Unter Asbest (vom griechischen asbestos = unverbrennlich) im eigentlichen Sinne versteht man eine faserige Varietät von Hornblende. Der in den Handel kommende und für die Asbest-Spinnerei bestimmte Asbest ist eine faserige Varietät von Serpentin Chrysotil (von chrysos Gold und tilus Faser) genannt, welche dem echten Mineral sehr ähnlich ist, aber eine höhere Widerstandskraft gegen Feuer besitzt und auch an Stärke und Elastizität der Faser demselben weit überlegen ist.

Im Altertum kannte man schon Asbest, doch scheint man keinen allgemeinen Gebrauch von ihm gemacht zu haben.

Nach Plinius wickelte man zuweilen die Toten in Asbesttücher, um die Asche derselben von der Holzasche getrennt sammeln zu können. Zu Lampendochten hat man den Asbest gleichfalls schon lange angewendet, so befand sich ein solcher Docht nach Pausanias Berichten in der goldenen Laterne der Minerva.

Ueber die Entstehung des Asbestes bestehen zwei Auffassungen*). Die eine nimmt an, dass der Asbest sowohl aus tonerdefreien als tonerdehaltigen Hornblenden, Augiten, Serpentinen und Glimmern durch Verwitterung entstanden sei. Eine bestimmte Erklärung dieses Verwitterungsprozesses ist noch nicht gegeben worden, jedenfalls spielt hier die Wirkung von kohlensäurehaltigem Wasser, welches Kalk und Eisenoxydul löste und fortschaffte, eine grosse Rolle. Tremolith und Strahlstein sind wohl die ursprünglichen

*) Mitteilung aus dem technolog. Laboratorium der kgl. Technischen Hochschule zu Berlin. S. Chem. Industrie 1. Mai 1898.

Materialien gewesen, aus welchen der meiste Asbest entstanden ist. Von diesen beiden Mineralien unterscheidet er sich im wesentlichen durch einen grösseren Gehalt an Magnesia, durch das fast gänzliche Fehlen des Kalkes, durch einen etwas geringeren Gehalt an Kieselsäure und durch das Vorhandensein von chemisch gebundenem Wasser.

Nach der andern Auffassung ist der Asbest in Form sehr langer, äusserst feiner Krystalle in dem ihn umgebenen Gestein eingeschlossen und durch Verwitterung nicht gebildet, sondern bloss abgeschieden worden. Gestützt wird diese Erklärung durch die Tatsache, dass der Asbest sich stets in Gemeinschaft mit ähnlich zusammengesetzten Gesteinen findet und unmerklich in diese übergeht, und zwar so, dass die einzelnen Fasern von dem umgebenden Gestein nicht zu trennen sind. Beide Auffassungen haben manches für sich, so dass eine Entscheidung darüber, welche die wahrscheinlichere ist, bisher nicht getroffen werde konnte.

Das geologische Vorkommen des Asbestes ist ein gang-, lager- oder nestartiges. Die Fasern stehen in der Regel fast senkrecht zu der Richtung des Ganges, so dass oft die Mächtigkeit des Lagers die Länge der Fasern bedingt.

Das geographische Vorkommen des Asbestes ist ein ausserordentlich verbreitetes. Er findet sich: in Kanada, Sibirien, Süd-Afrika, Ober-Italien, Amerika, bei Reichenstein in Schlesien, bei Zöblitz in Sachsen, in den Vogesen, in Tirol, am St. Gotthard, in Steiermark, im Salzburgischen, in Mähren, in Galizien, auf Korsika, bei Oisans in der Dauphiné, in Spanien und Griechenland (auf den Inseln Euböa, Anaphi und Andros), in Schweden, Norwegen und Ungarn, bei der Alp Quadrata bei Poschiavo*) (Graubünden) und in Finnland**).

Es hat sich besonders in den letzten Jahren gezeigt, wie auffallend stark der Asbest auf der ganzen Erde verbreitet ist. Infolge des hohen

---

*) Hier befanden sich früher 6 Asbestgruben, die Ende der 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts ausgebeutet wurden. Bericht von Dr. Chr. Tarnuzzer s. Zeitschrift für praktische Geologie Juli 1902.

**) S. Asbestfunde in Finnland. Chem. Industrie 15. Juli 1904 S. 432.

Wertes des in der Technik gebrauchten Asbestes suchte sozusagen jedermann nach demselben, doch obwohl nahezu aus jedem Lande der Erde zahlreiche Lager gemeldet wurden, so haben sich doch nur wenige von diesen als abbauwürdig erwiesen. Nach der jedesmaligen Entdeckung eines solchen vermutlichen Schatzes stellte es sich nämlich grösstenteils heraus, dass er nicht verarbeitungsfähig war.

Für die Verarbeitung des Asbestes kommen zurzeit nur die Lager von Kanada, Sibirien, Süd-Afrika, Ober-Italien und den Vereinigten Staaten von Amerika in Betracht.

Der amerikanische Asbest wird ausschliesslich im eigenen Lande verarbeitet. An Asbest wurden in den Vereinigten Staaten 1903 874 t à 907 kg gewonnen*) gegen 1005 t im Jahre 1902. Der grösste Teil der Ausbeute kam aus der Mine am Sallgebirge in der Grafschaft White (Georgia), aber auch zu Dalton in Massachusetts und bei New-Hartford in Connecticut wurden geringe Mengen gegraben. Neuerdings befinden sich auch Asbestgruben in Virginia**) im südl. Teile des Bedford-Distriktes an der Norfolk und Western Eisenbahn etwa 20 Meilen westlich von Lynchburg und in Ontario***), wovon die ersteren im Besitz der „American Asbestos Co.", die letzteren in dem der „American Asbestos & Fibreproofing Manufactoring Co." in Lewiston New-York sind.

Die Asbestgruben in Ober-Italien sind allein in dem Besitz der „United Asbestos Co., Ltd. in London. Infolgedessen sind die italienischen Asbestfabriken gezwungen, auswärtigen Asbest zu verarbeiten. So gibt es z. B. in Turin eine von einer englischen Gesellschaft gegründete Asbestfabrik, in der ausschliesslich südafrikanischer Asbest verarbeitet wird.

Die Gewinnung des Asbestes in den Asbestgruben erfolgt in zwei Abschnitten, einmal die eigentliche Grubenarbeit und sodann die Reinigung und Herrichtung des Asbestes für den Markt.

---

*) S. Chem. Industrie 1. Nov. 04 S. 640.

**) Dgl. 15. Febr. 03. S. 94.

***) Dgl. 15. Jan. 1904. S. 27.

Zunächst wird das Mineral steinbruchartig*) in Tagebauen gewonnen, indem man an einem günstigen Platze in die Oberfläche eindringt und die Wände der „Pinge“ nach Massgabe des Niedergehens erweitert. Dabei lässt man die Ausdehnung nach denjenigen Seiten am meisten erfolgen, welche die zahlreichsten und besten Trummer aufweisen. Es liegt in der Natur des Asbestauftretens, dass auf diese Art auch eine ansehnliche Menge totes Material bewegt werden muss. Im Durchschnitt dürfte das Serpentingestein etwa 3 bis 4% Asbest enthalten und schätzt man, dass das Maximum nur selten 6% übersteigt. Das Gestein wird mittelst Dynamit in 10 bis 12 Fuss tiefen Bohrlöchern losgesprengt. Letztere stellt man nur noch bei abgelegenen Stellen mit der Hand her; auf den grösseren Gruben gibt man dem Dampf oder der komprimierten Luft den Vorzug.

Um das in die Pinge rollende Material von dem Asbeste sondern zu können, müssen die Gesteinstücke je nach Notwendigkeit zerkleinert werden. Dieser Prozess erfolgt praktisch zuerst mit Hilfe von schweren Hammern und Eisenkeilen, hierauf benutzt man kleinere Handhämmer, um den Asbest so viel als möglich von dem anhaftenden Gesteine zu befreien. Letztere Arbeit geschieht entweder direkt im Tagebaue selbst, oder wenn ein sehr reiner Asbest gefordert wird, besser ausserhalb unter Dach und Fach.

Die Reinigungsarbeit geschieht auf maschinellem Wege und zwar in sogenannten Schleudermühlen, in denen die Steine teils zerkleinert, teils zerfasert und der Sand durch Exhaustoren abgesaugt wird.

Dieses nun gewonnene Material, Rohasbest oder Crude genannt, wird in Säcken von ca. 1 Ztr. Gewicht auf den Markt gebracht.

*) Berg und Hüttenmännische Zeitung 11. Juli 02. S. 345.

B. Die für die Asbestspinnerei wichtigsten Rohasbeste.

I. Der kanadische Asbest.

Das Vorkommen von Asbest in dem kanadischen Dominion war bereits vor 50 Jahren bekannt.*) Schon im Jahre 1851 veröffentlichte der damalige Direktor des „Canadian Geological Survey" Mr. Logan eine Abhandlung hierüber. Die erste Entdeckung einer Lagerstätte von kommerzieller Bedeutung wurde indessen erst im Jahre 1877 in der Nähe von Thetford gemacht.

Heutzutage ist die Asbestindustrie Kanadas eine ganz bedeutende und kann man annehmen, dass etwa $^3/_4$ des Rohasbestes aus Kanada stammt. Nach Zusammenstellung der kanadischen Asbestgruben von dem Mineralogen Prof. Jones**) in Montreal gab es im Jahre 1897 etwa 41 Asbestgruben, deren Anzahl infolge der grossen Nachfrage und Verbreitung des Asbestes heute wohl noch bedeutend höher sein mag. Der in Deutschland zur Verarbeitung bestimmte kanadische Asbest stammt vorzugsweise aus: Thetford mines, King's mine, Bell's mine und The Johnson Company's mine.

Der kanadische Asbest ist von silbergrauer bis rein weisser Farbe und hat in seinen einzelnen Stücken mehr das Aussehen von Steinen, an welchen eine faserige Masse angeheftet scheint. Die äusserst leicht voneinander trennbaren Fasern bieten infolge ihrer grossen Länge und seidenartigen Beschaffenheit ein ausgezeichnetes Spinnmaterial.

---

*) Zeitschrift für angewandte Chemie 1900 Heft 31.

**) Asbestos and Asbestic: Their properties, occurence and use by Rob. H. Jones London 1897.

Die chemische Zusammensetzung ist nach einem Jahresbericht des „United States Geological Survey" aus nachstehender Analyse erkenntlich:

Kieselsäure	40,57 %
Magnesiumoxyd	41,50 %
Eisenoxyd	2,81 %
Aluminiumoxyd	0,90 %
Wasser	13,55 %.

II. Der sibirische Asbest.

Der sibirische Asbest ist von hellgelber Farbe. Seine Fasern sind kürzer und nicht so weich wie die des kanadischen Asbestes. Man verspinnt daher denselben nur mit kanadischem Asbest gemischt und zwar vorzugsweise für starke Garnsorten. Sein spez. Gewicht ist indessen ein grösseres wie das des kanadischen. Man kann ihn daher nicht verwenden, sobald das Gewicht des Asbestes hindernd ist, wie z. B. bei Verkleidung von Lokomotivkesseln. Die Verarbeitung des sibirischen Asbestes geschieht erst neuesten Datums und zwar hauptsächlich in Deutschland.

III. Der südafrikanische oder Blau-Asbest.

Blau-Asbest oder auch Blaueisenstein genannt, kommt in grossen Mengen in der Nähe des Oranje-Flusses in Süd-Afrika ungefähr 700 engl. Meilen vom Kap der Guten Hoffnung vor. Dieser Asbest ist von graublauer Farbe und füllt in Süd-Afrika ganze Spalten in einer Dicke von 2 bis 5 Zoll innerhalb eines dunkelbraunen Schiefers*) aus. Die Fasern liegen ganz regelmässig und stets senkrecht zu den Spalträndern, sie sind selbst in rohem Zustande von grosser Schönheit. Die Blau-Asbestgruben sind in Händen einer englischen Gesellschaft der: The Cape Asbestos Co. Ltd., die zur Verarbeitung dieses Minerals in Turin in Italien eine Asbestfabrik errichtet hat.

---

*) Berg- u. Hüttenmännische Zeitung 5. Jan. 1900, S. 9.

Die Chemische Analyse ergab nach Prof. Jones:*)

Kieselsäure	51,1,
Eisenoxyd	35,8,
Natriumoxyd	6,9,
Magnesiumoxyd	2,3,
Wasser	3,9.

Der Blau-Asbest besitzt sehr lange ziemlich elastische und leicht mit den Fingern trennbare Fasern, die sich gut verspinnen lassen und bemerkenswerte Festigkeit besitzen. Jedoch sind sie nicht so seidenweich wie die des kanadischen Asbestes, sondern eher von holzwolleartiger Beschaffenheit. Vor allen Dingen fehlt dem Blau-Asbest die Feuerbeständigkeit, auf die ich später noch zurückkommen werde.

*) Asbestos and Asbestic by Rob. H. Jones, London 1897.

C. Die technisch wichtigen Eigenschaften des Asbestes.

In jedem industriellen Betrieb findet heutzutage der Asbest eine ausgedehnte Anwendung und zwar hauptsächlich auf Grund folgender vier Eigenschaften:

1. Seiner Feuerfestigkeit,
2. seiner Säurebeständigkeit in Verbindung mit ausserordentlicher Porosität und Feinheit,
3. seiner Verspinnbarkeit,
4. seines geringen Wärmeleitungsvermögens.

Diese Eigenschaften sind indessen bei verschiedenen Asbesten in ungleichem Grade entwickelt, was hauptsächlich darin seinen Grund hat, dass der Asbest keine scharf umschriebene Mineralspezies ist, sondern je nach Herkunft eine wechselnde Zusammensetzung zeigt.

I. Die Feuerfestigkeit und Säurebeständigkeit des kanadischen, südafrikanischen und sibirischen Asbestes.

a) Kanadischer und südafrikanischer Asbest.

Vor dem Lötrohr sind beide Asbeste unschmelzbar. Beim Erhitzen auf 1000° C verändert sich der kanadische Asbest wenig, nur wird er etwas brüchig, während der südafrikanische vollkommen zerstört wird und in ein hartes rotes Pulver zerfällt. Die geglühten Asbeste mit Wasser befeuchtet zeigten gegen Lakmus keine alkalische Reaktion.

Die Säurefestigkeit erhielt man durch Prüfung*) mit Salzsäure und zwar wurden je 10 g Asbest in einer offenen mit einem Uhrglas bedeckten

*) Mitteilung aus dem technologischen Laboratorium der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin. S. Zeitschrift Chemische Industrie 1. Mai 1898.

Porzellanschale mit 100 ccm Salzsäure vom spez. Gew. 1,124 übergossen, gut durchgerührt und 48 Stunden sich selbst überlassen. Nach dieser Zeit wurde die Salzsäure abgegossen, die Asbeste mit destilliertem Wasser so lange gewaschen, bis das Waschwasser nicht mehr sauer reagierte und bei 120° bis zum konstanten Gewicht getrocknet. Bei dem Behandeln mit Salzsäure hatten beide Asbeste an Gewicht verloren, die Farbe war bei dem kanadischen reiner, weisser geworden, während sie bei dem südafrikanischen unverändert geblieben ist.

Bei dem Behandeln mit Salzsäure wurden gelöst:

Kanadischer Asbest sehr gute Qualität:	41,24 %,
„ „ geringere „	37,48 %,
Südafrikanischer Asbest	12,62 %.

b. Sibirischer Asbest.

Wie ich schon früher erwähnt habe, wird der sibirische Asbest erst in der neuesten Zeit zur Verarbeitung herangezogen. Dieses dürfte wohl die Tatsache erklären, dass seine technischen Eigenschaften noch vollkommen unbekannt sind. Da die genaue Kenntnis des Rohmaterials für die Spinnerei bzw. Verwendung der Garne von grosser Bedeutung ist, prüfte ich den sibirischen Asbest zur Vervollkommnung vorliegender Arbeit, analog vorhergehender Untersuchungen (vgl. S. 12 u. 13), ebenfalls auf Feuerfestigkeit und Säurebeständigkeit.

Seine Feuerfestigkeit prüfte ich, nachdem er vor dem Lötrohr keine Veränderung zeigte, durch Erhitzen über einem Gebläse auf ca. 1100 bis 1200° C. Seine ursprünglich hellgelbe Farbe nahm einen rötlichen Schein an, während die Fasern ihre Geschmeidigkeit verloren, teilweise sogar etwas brüchig wurden.

Zur Bestimmung der Säurebeständigkeit bediente ich mich konzentrierter Salzsäure mit einem spez. Gew. von 1,21. In eine hiermit gefüllte Porzellanschale legte ich 10 g sibirischen Asbest. Nach etwa 70 Stunden entfernte ich die Salzsäure, wusch den Asbest wiederholt aus, filtrierte und trocknete ihn. Er wog jetzt 6,51 g, hatte demnach 3,49 g oder 34,9 %

seines ehemaligen Gewichtes verloren. Es ergibt sich hieraus, dass der sibirische Asbest säurefester als der kanadische, dem südafrikanischen hingegen in dieser Beziehung immer noch weit unterlegen ist. Was die Feuerbeständigkeit anbelangt, so sind kanadischer und sibirischer Asbest gleich gut, während der südafrikanische keine grosse Hitze vertragen kann.

Praktisch verwendet man den Asbest auf Grund seiner Säurebeständigkeit vorzugsweise zum Filtrieren im chemischen Laboratorium uud zwar hauptsächlich dort, wo es sich um Lösungen handelt, die Fliesspapier u. dgl. angreifen. Neben der Säurefestigkeit des Asbestes ist jedoch seine poröse Beschaffenheit von grosser Bedeutung und zieht man daher den kanadischen Asbest allen andern vor. Um letzteren jedoch verwendbar zu machen, muss man ihn erst mit Salzsäure behandeln, d. h. man kocht ihn wiederholt und zwar in einer stets neuen Menge konzentrierter Salzsäure und zwar so oft, bis schliesslich eine Gewichtsabnahme des Asbestes nicht mehr eintritt. Nach dieser Behandlung nimmt der kanadische Asbest eine schneeweisse Farbe an, ist vollkommen säurefest und ausserordentlich porös. Um ihn vor Hinzukommen von Verunreinigungen zu schützen, hebt man ihn in der Regel in destilliertem Wasser unter Luftabschluss auf.

II. Verspinnbarkeit des Asbestes.

Der Asbest ist das einzige der Textil-Industrie dienende Rohmaterial, welches nicht dem Pflanzen- und Tierreiche, sondern dem Mineralreiche entnommen ist. Zieht man einen Vergleich zwischen Asbest und den andern Rohmaterialien, als: Baumwolle, Flachs, Hanf, Jute und Schafwolle, so erkennt man, dass die Asbestfasern an Länge ($l = 10—15$ mm) und Geschmeidigkeit, allen andern bedeutend nachstehen, und hieraus die Tatsache, dass Asbest sich am schwersten verspinnen lässt. Um die beim Verspinnen nötige Adhäsion besser hervorbringen zu können, setzt man dem Rohasbest einen geringen Prozentsatz von Baumwolle, etwa 2—10 %, zu. Die zuzusetzende Menge von Baumwolle richtet sich nach der Qualität des Asbestes. Verwendet man den besten kanadischen Asbest, so

genügen 2 %, bei minderwertigerem kanadischen oder sibirischen Asbest sind 5 % eventuell bis 10 % Zusatz von Baumwolle notwendig. In der Regel verspinnt man nicht einen bestimmten Asbest allein, sondern man mischt verschiedene Sorten, je nach dem Verwendungszweck der Asbestgarne. Werden letztere sehr grosser Hitze ausgesetzt, oder wird ein Garn von sehr geringer Stärke und grosser Festigkeit verlangt, so muss man besten langfaserigen kanadischen Asbest als Rohmaterial wählen. In allen andern Fällen verwendet man am besten eine Mischung von kanadischen und sibirischen Asbest unter Zusatz von ca. 8 % Baumwolle.

D. Die Fabrikation von Asbestgarn.

Die Fabrikation von Asbestgarn zerfällt in 7 Perioden:

1. Das Mischen des Rohmaterials.
2. Das Kollern bezw. Zerkleinern der Asbeststeine.
3. Das Reinigen der Fasern.
4. Das Vorkrempeln.
5. Das Hauptkrempeln und die Herstellung des Asbestvorgarns.
6. Das Spinnen des Asbestvorgarns.
7. Das Zwirnen.

1. Das Mischen des Rohmaterials.

Da sich nur durch grosse Abschlüsse ein günstiger Preis und eine billige Schiffsverfrachtung durchsetzen lässt, muss jede Asbestfabrik über grosse Lagerräume verfügen können. Daselbst findet man riesige Quantitäten von Rohasbest in ca. 1 Ztr. schweren Säcken aufgestapelt und sorgfältigst nach Herkunft und Qualität geordnet. Diesen Lagerräumen schliesst sich nun unmittelbar der Mischraum an. Hier findet man verschiedene Kästen von etwa 1,5 m Höhe, 4 m Länge und 2 m Breite, in denen das Mischen des Rohmaterials vorgenommen wird. Sollen z. B. drei verschiedene Roh-Asbeste gemischt werden, so schüttet man in einen derartigen Kasten eine dünne gleichmässige Schicht von der ersten Sorte, hierauf von der zweiten, dann von der dritten, hierauf wieder von der ersten u. s. f., bis der Kasten gefüllt ist. Nun wird die eine grosse Längsseite geöffnet und das Material senkrecht mittelst einer Schaufel abgestochen, und in einem mit Rollen versehenen Transportkorb dem Kollergang zugeführt.

2. Das Kollern bezw. Zerkleinern der Asbeststeine.

Das Kollern bezw. Zerkleinern der Asbeststeine geschieht in einem sogenannten Kollergang. Derselbe besteht aus zwei runden Granitsteinen, auch Läufer genannt, von ca. 180 cm Durchmesser und ca. 40 cm Stärke, die im Kreise auf einer Granitplatte gerollt werden, während Schaufeln den Rohasbest direkt vor die Läufer transportieren. Die Asbeststeine werden durch das Gewicht der Läufer zerdrückt, die einzelnen Faserteile gequetscht und Quarzteilchen sowie andere Verunreinigungen von den Fasern getrennt. Man hat anfangs versucht, die Asbeststeine mittelst zweier gegeneinander pressender Walzen zu zerfasern. Die quetschende Fläche ist hierbei aber bedeutend kleiner als beim Kollergang und auch demgemäss die Zerfaserung eine nicht so vollkommene. Ein Kollergang benötigt ca. 3 Pferdestärken, während die Läufer ca. 20 mal in der Minute den Kreis durchrollen. Die Leistungsfähigkeit beträgt bei guter Durcharbeitung des Rohmaterials ca. 300 kg täglich. Den Antrieb bringt man am besten unter dem Fussboden verdeckt an. Unter der Läuferbahn befindet sich eine Klappe, die, nachdem das Rohmaterial genügend gelockert ist, geöffnet wird. Durch Abstreicher wird nun dasselbe durch die Oeffnung in einen darunter stehenden Transportkorb geworfen.

3. Das Reinigen und Öffnen des Asbestes.

Das vom Kollergang zerkleinerte Rohmaterial enthält viel Erde und Steine, welche aus dem Fasermaterial auszuscheiden sind; auch ist es teilweise verklumpt und bedarf noch der Auflockerung, bevor es in eine Krempel gelangen darf. Zu diesem Zwecke bedient man sich eines konischen Wolfs oder Öffners, nach dem System Crighton, mit auf vertikaler Welle befestigten Schlagflügeln.*) In der sorgfältigen Öffnung der Asbestfaser ist eine der Hauptgrundlagen für das Verspinnen von Asbest zu suchen. Je gründlicher die Faser geöffnet ist, um so gleichmässiger und haltbarer wird das Garn und umsoweniger Abfall ergibt sich beim Spinnen. Der Asbest-

*) Vergl. Zeitschr. d. V. d. Ing. 1893 S. 1390; 1897 S. 693.

Crighton - Öffner ist sehr kräftig gebaut, was in Anbetracht des schweren Materials eine unbedingte Notwendigkeit ist.

Das konisch nach oben sich erweiternde Becken B besitzt unten mehrere bequem auswechselbare, mit Zahnriffeln versehene harte Stahlbacken C, während der obere Teil D aus einem Rost besteht. Der darin direkt durch eine Riemscheibe angetriebene Schläger E ist unten ebenfalls mit gleichartig verzahnten Flügeln C_1 versehen, die zu den Stahlbacken in eine mehr oder weniger dichte Einstellung gebracht werden können. Das Material wird in das Becken durch den Fülltrichter F eingeführt, wobei das schwerere noch nicht völlig geöffnete Material nach unten in das Becken fällt und zwischen den gezahnten Backen zerfasert wird. Die erdigen Bestandteile fallen dabei durch den rostartig ausgebildeten Boden A nach abwärts hindurch, und der leichtere mehr ausgefaserte Asbest wird teils durch die an den Schlägerscheiben schraubenförmig angeordneten Schlagnasen G teils durch einen von einem Ventilator H erzeugten Luftstrom nach oben getrieben. Die gröberen Verunreinigungen werden durch den Rost D des Beckens in den Raum J geschleudert. Das Material gelangt nun durch den Kanal K an die rotierende, mit einem siebartigen Mantel versehene Staubtrommel L, wobei die staubartigen Verunreinigungen durch das Sieb hindurch in den Ventilator H und von diesem in einen Staubfang geführt werden. Durch ein Abführtuch M verlässt das Material schön und gleichmässig aufgefasert den Öffner und wird nun der Vorkrempel zugeführt.

4. Das Vorkrempeln.

Das Vorkrempeln hat den Zweck, der Hauptkrempel schon ziemlich gleichmässig verteilte Fasern zu liefern und die zu kleinen nicht verspinnbaren Fasern, die lediglich in den Kratzenbeschlägen hängen bleiben, aufzunehmen. Hierzu bedient man sich am besten der gewöhnlichen Krempel mit Walzenkratzen, wie solche in der übrigen Textil-Industrie zahlreiche Verwendung finden. Das vom Öffner kommende Asbestmaterial wird möglichst gleichmässig auf dem Zuführtisch verteilt, der dasselbe zur Speise-

Crighton-Oeffner.

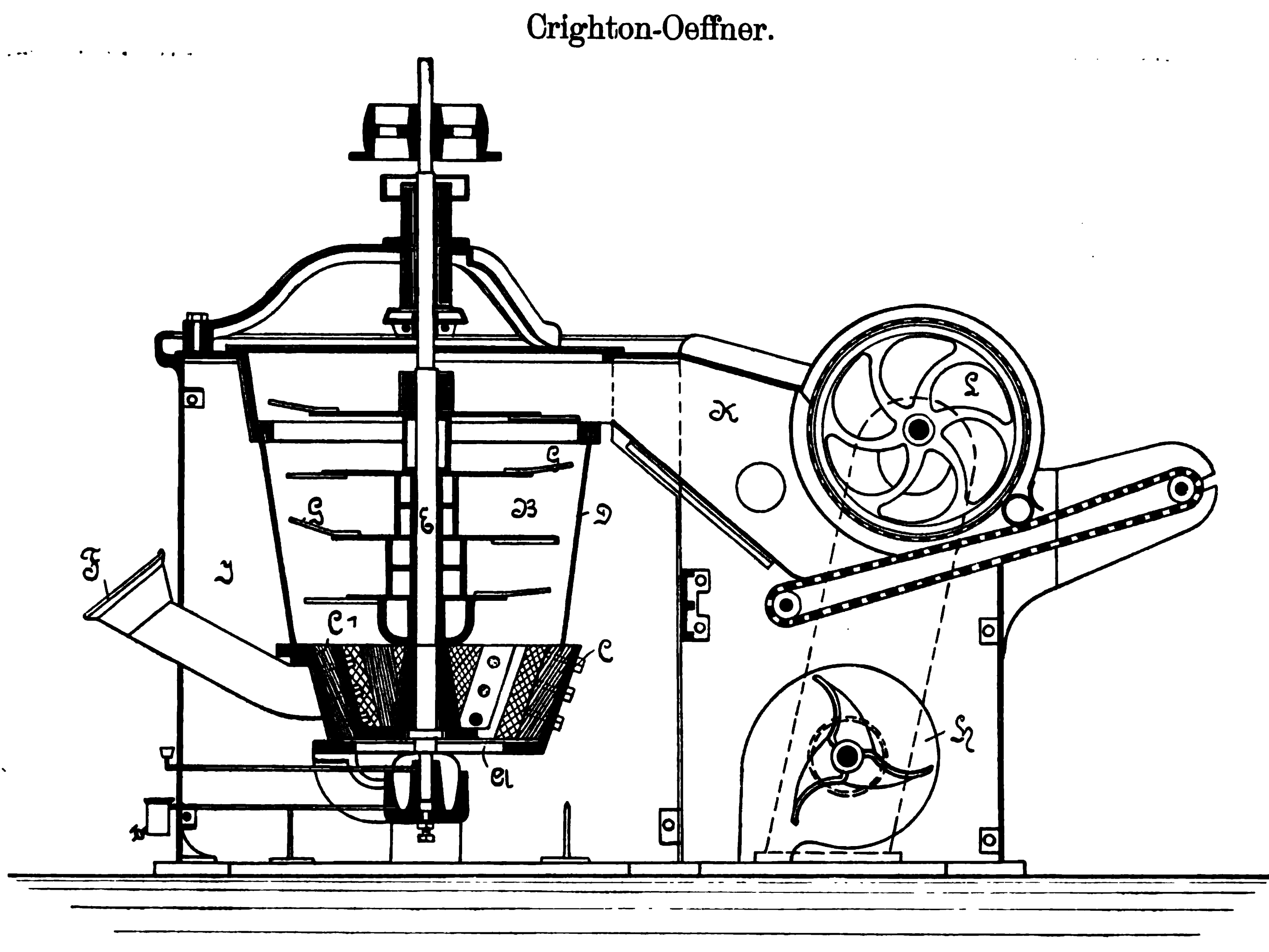


Fig. 1.



walze schiebt. Die Vorwalze überträgt das dargebotene Material auf den Tambour, auf dem es durch die Vorwalzen ausgebreitet wird. Hierauf beginnt das Kratzen durch die Arbeiter, welche einen Teil des Materials behalten, das sodann durch die vor jedem Arbeiter liegenden Wendewalzen auf den Tambour zurückgebracht wird. Das durchgekratzte Fasermaterial kommt sodann an die Kammwalze, aus der es durch den Hacker herausgekämmt und in einem darunter befindlichen Transportkorb aufgefangen wird. Diese Krempel müssen sehr oft geputzt werden, da sich trotz der vorhergegangenen Reinigung des Asbestmaterials immer noch Schmutz und vor allen Dingen kurze Fasern darin befinden. Da die Vorkrempeln kleiner sind als die Hauptkrempeln, so lassen diese sich bedeutend leichter reinigen, als die viel grösseren Hauptkrempeln, die zu diesem Zweck einige Stunden ausser Betrieb gesetzt werden müssen. Durch gutes Vorkrempeln erspart man sich einerseits das so häufige Ausputzen der Hauptkrempel durch vorherige Ausscheidung kurzer Fasern und Schmutz und erzielt durch die hierdurch bedingte Reinhaltung der Kratzenbeschläge der Hauptkrempel eine viel bessere Durcharbeitung des Asbestmaterials und somit ein besseres Vorgarn.

Eine weitere Vorkrempel ist nun für die zuzusetzende Baumwolle nötig. Diese Krempel ist im wesentlichen die gleiche wie die vorherbeschriebene. Für dieselbe muss man zunächst eine gewisse Menge Baumwolle abwiegen, deren Gewicht sich nach dem Prozentsatz der dem Asbestgarn zuzusetzenden Baumwolle richtet. Diese Baumwolle macht nun den Prozess durch, wie der Asbest auf der Vorkrempel, jedoch mit dem Unterschied, dass der Hacker dieselbe in Form eines Flors von der Kammwalze abnimmt. Dieser Flor wird nun durch ein sogenanntes Pelztuch aufgenommen. Dieses Pelztuch besteht aus einem Band ohne Ende, das mindestens ebenso breit wie der Flor sein muss und sich ebenso schnell wie die Kammwalze bewegt. Auf diesem Pelztuch wird nun der Flor übereinander aufgeschichtet, bis dasselbe die ganze abgewogene Baumwolle aufgenommen hat. Diese Baumwollschicht, Vliess oder Baumwollvliess genannt, wird nun an irgend einer Stelle aufgeschnitten und auf einem Holzstab aufgewickelt und dem Asbest in der Hauptkrempel beigegeben.

5. Das Hauptkrempeln des Asbestes und die Herstellung des Asbestvorgarns.

Das durch das Vorkrempeln gewonnene Asbestmaterial wird mittelst Transportkörben der Hauptkrempel zugeführt. Zur Übertragung dieses Materials auf den Zuführtisch bedient man sich eines selbsttätigen Speiseapparates (S.). Das Asbestmaterial wird in den Raum a geworfen und gelangt durch ein mit ca. 2 cm langen Eisenspitzen versehenes Transporttuch b in die Wagschale c. Sobald letztere genügend Material aufgenommen hat, öffnet sich der Boden, das Material fällt auf das Lattentuch d und wird durch den Ausbreiter e zu einer gleichmässigen Schicht gedrückt. Auf dem Lattentuch befindet sich des weiteren noch der von der Baumwollkrempel entnommene Baumwollwickel. Durch die Bewegung des Lattentuches wird die Baumwolle vom Wickel wiederum als Vliess abgenommen und bildet eine gleichmässige Decke auf der Asbestschicht des Lattentuches, so dass der Zusatz von Baumwolle immer der gleiche bleibt.

Das Material gelangt nun in den kratzenden Teil der Hauptkrempel. Derselbe unterscheidet sich von dem der Vorkrempel durch seine bedeutend grösseren Dimensionen, während der Arbeitsprozess der gleiche ist. Man verwendet in der Asbestspinnerei neuerdings Hauptkrempeln mit dem sogenannten Doppelflorsystem. Wie schon aus dem Namen hervorgeht, will man 2 Flore von einer Krempel erhalten. Die Abweichung vom Einflorsystem, in welchem die Vorkrempeln ausgeführt werden, besteht in der Anbringung einer zweiten Kammwalze k_2, die etwas grösser als die erstere gewählt werden muss, um auch hier einen ebenso starken Flor abnehmen zu können, die Umfangsgeschwindigkeit muss indessen bei beiden Kammwalzen die gleiche sein. In der Nähe beider Kammwalzen k_1 und k_2 befinden sich, wie auch bei den Krempeln der Streichwollspinnerei*) üblich, Walzen, welche eine Ueberführung des auf dem Tambour T sitzenden Vliesses in den Beschlag der Kammtrommeln vermitteln, indem sie die Fasern aus dem Beschlage der grossen Trommel ausheben und an

*) Vgl. v. Hoyer: Verarbeitung der Faserstoffe S. 207 u. 208.

Asbestkrempel Doppelflorsystem.

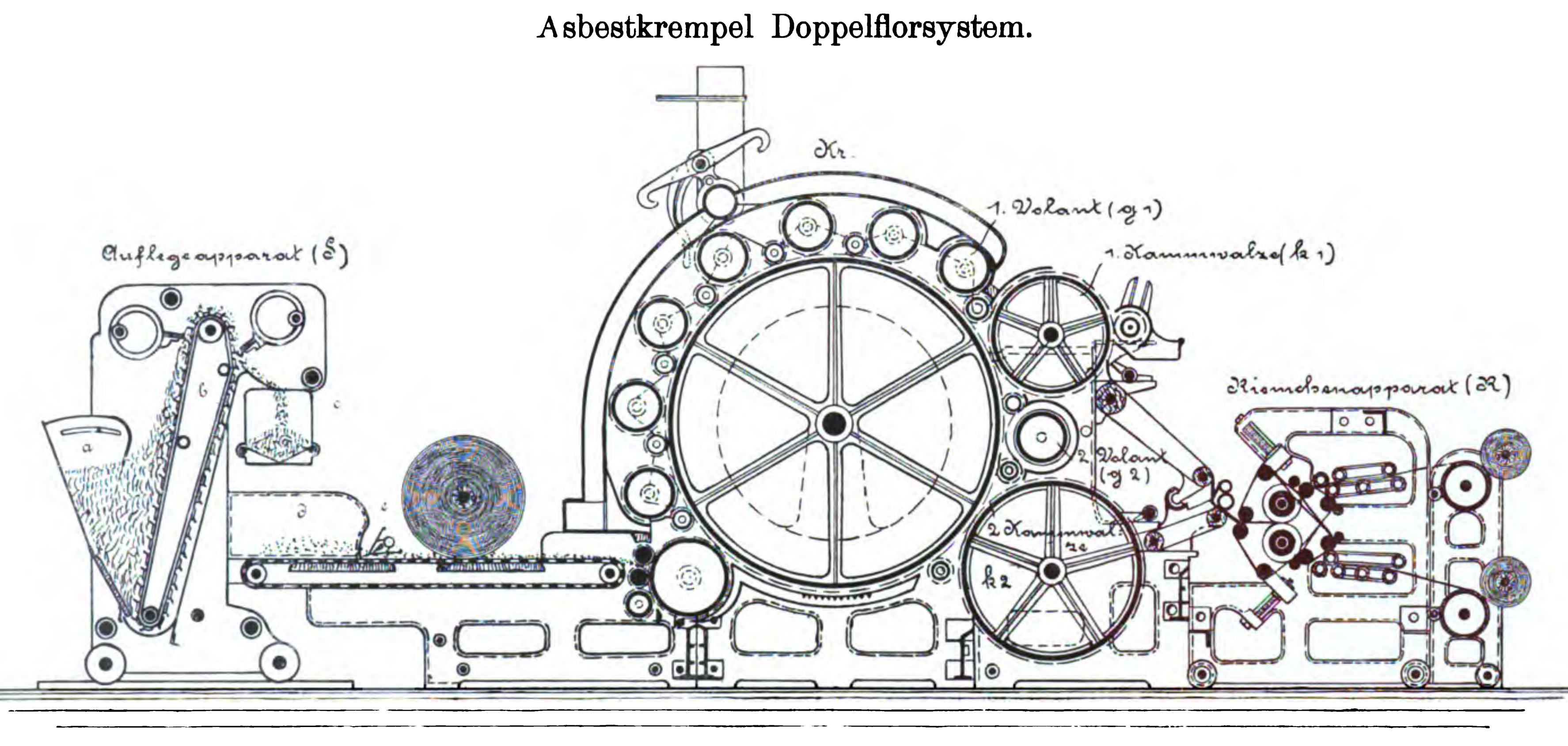


Fig. 2.

die Beschlagspitzen bringen, wodurch die Fasern leicht von den Kammtrommeln aufgenommen werden. Der Beschlag dieser sich schnell drehenden Walzen g_1 und g_2 (Volant oder Schnelläufer genannt) muss zur Erzielung der Wirkung aus sehr nachgiebigen Zähnen bestehen, die selbst etwa $^1/_4$ mm in die Beschläge eingreifen. Um das Material gut durchzukratzen, sind bei den Hauptkrempeln 6 Arbeitswalzen und ebensoviel Wendewalzen angebracht. Die Entfernung der Arbeitswalzen vom Tambour beträgt $^1/_{10}$ mm, während die Wendewalzen $^1/_4$ mm vom Tambour entfernt sind. Um eine genaue Einstellung der Walzen zu einander ermöglichen zu können, bedient man sich sogenannter Schablonen, die aus Blech von ganz genauer Stärke bestehen.

Von dem kratzenden Teil, den das Material in Form von 2 Floren, mit einer Abzugsgeschwindigkeit von 6 bis 10 Meter/Minute, je nach Feinheit der Garne verlässt, gelangt das Material in den Riemchenapparat*) R, der die beiden Flore in 40 bis 60 Bänder teilt. Diese Bänder passieren darauf die Würgelzeuge w_1 und w_2, verdichten sich hier und laufen dann als Vorgarn auf die Spulen s_1 und s_2, welche durch Reibung von den Walzen h_1 und h_2 mitgenommen werden, während durch Verschiebung der Bändchenführer l die Aufwickelstelle verlegt wird.

6. Das Spinnen des Asbestvorgarns.

Das von der Hauptkrempel gelieferte Asbestvorgarn besitzt sehr geringe Festigkeit und muss daher noch einem Spinnprozess unterworfen werden. In der Asbestspinnerei verwendet man hauptsächlich 2 Systeme von Spinnmaschinen und zwar:

1. Die Doppeldraht-Flügelspinnmaschine,
2. Die Doppeldraht-Ringspinnmaschine.

Infolge der auf Seite 14 erwähnten geringen Spinnfähigkeit des Asbestes ist es nur möglich, Asbestvorgarn von ausserordentlich geringer Festigkeit herzustellen. Dasselbe wäre dem Zug, dem es beim Verspinnen

*) Ausführl. Beschreibung s. v. Hoyer: Verarbeitung der Faserstoffe S. 95, S. 121, S. 213.

mittelst gewöhnlicher Watermaschinen ausgesetzt ist, nicht gewachsen. Aus diesen Gründen hat man für die Asbestspinnerei ein besonderes System von Watermaschinen geschaffen, die man mit Doppeldraht-Flügelspinnmaschinen bezeichnet. Um dem Vorgarn nach Verlassen des Wickels eine erhöhte Festigkeit zu geben, wird demselben sofort Draht erteilt. Dieses wird dadurch erzielt, dass man das Vorgarn in zylindrische Gefässe, sogenannte Töpfe oder Trommeln, legt und diese sehr schnell rotieren lässt (etwa 600—1000 Umdreh/Min.) In gleicher Weise hat man auch Doppeldraht-Ringspinnmaschinen konstruiert.

Figur 3 stellt eine Doppeldraht-Flügelspinnmaschine dar. Das von der Hauptkrempel in Winkeln von ca. 25 cm Durchmesser und 6 cm Höhe gelieferte Vorgarn wird in die Trommel T gelegt und der Faden von der Mitte des Wickels durch die Oeffnung O durch die Transportwalzen bezw. Zylinderwalzen w_1, w_2, w_3 und w_4 und durch die obere und seitliche Oese a und b der Spindel S auf die Spule P geleitet.

Durch den Antrieb M werden nun sowohl die Trommel wie die Spindel in Umdrehung gesetzt, während die Zylinderwalzen das Garn aus der Trommel ziehen und an die Spindel weitergeben. Das Vorgarn erhält auf diese Weise zweimal Drehung und zwar einmal vor und das andere Mal nach Passieren der Zylinderwalzen. Während die Tourenzahl von Trommel und Spindel bei den verschiedensten Garnsorten konstant bleibt, kann die Tourenzahl der Zylinderwalzen durch Einsetzen verschiedener Zahnräder geändert werden. Auf diese Weise kann einer gewissen Länge Garn eine ganz bestimmte Anzahl von Umdrehungen gegeben werden.

Um die Festigkeit des Asbestgarns zu erhöhen, gibt man gewissen Garnsorten eine Seele, d. i. eine Einlage von Baumwollzwirn oder sehr dünnem Messingdraht. Diese Einlage wird von der Rolle R entnommen, durch die hohle Trommelwelle H geleitet und dem Asbestvorgarn bei O zugeführt.

Die Spule P wird durch die Spindel S in Drehung von gleicher Richtung versetzt, erreicht aber nicht die gleiche Tourenzahl, da durch

Doppeldraht-Flügel-Spinnmaschine.

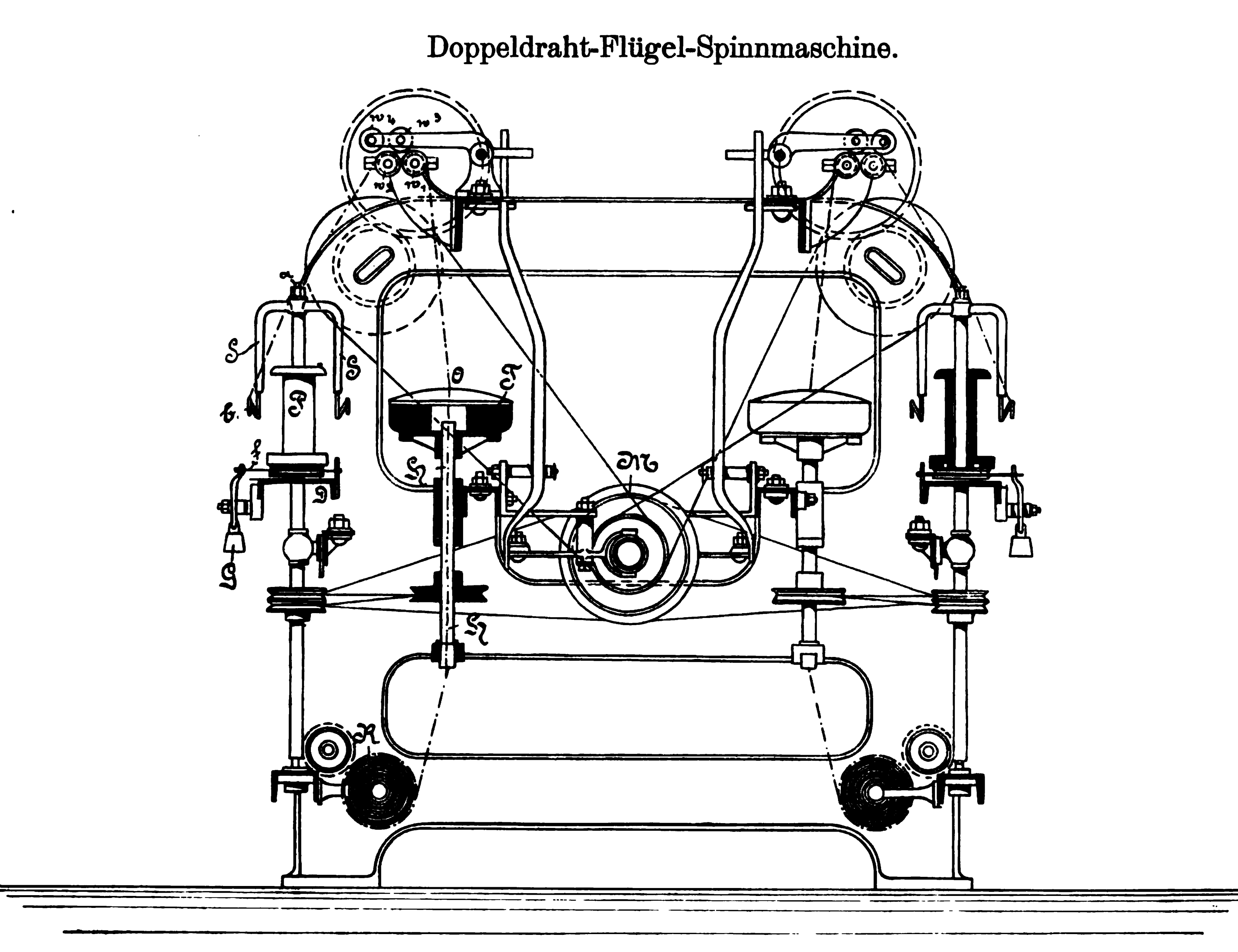


Fig. 3.

das Gewicht der Spule eine Reibung auf die Unterlage stattfindet und somit eine Bremsung der Spule eintritt.

Die Differenz der Spindel- und Spulengeschwindigkeit ergibt die Aufwindebewegung. Diese Aufwindebewegung darf nur in ganz geringen Grenzen variieren. Ist sie zu klein, so fliegen die Garne infolge der Zentrifugalkraft in immer grösser werdendem Kreise herum, bis sich das Garn an irgend einem Teil der Maschine verfängt. Ist die Aufwindewegung zu gross, so tritt eine zu grosse Spannung des Garns ein, die das Zerreissen desselben zur Folge hat. In der Regel reicht die Bremswirkung der Spule durch ihr Eigengewicht nicht aus. Eine weitere Bremsung führt man alsdann herbei durch Reibung eines durch das Gewicht G gespannten Fadens F an der Peripherie des Spulenkranzes oder eines darunter befestigten, mit eingedrehter Nut versehenen Rades D. Durch Hebung und Senkung der Spule durch ihre Unterlage (Spulentisch) wird eine gleichmässige Aufwicklung des Garns erzielt.

Von dieser soeben beschriebenen Doppeldraht-Flügel-Spinnmaschine unterscheidet sich die Doppeldraht-Ring-Spinnmaschine dadurch, dass die Spindel fortfällt und an Stelle dessen ein Stahlring tritt, der im Kreise durch die Spule herumgeführt wird, die hier den Draht gibt. Zur Hervorbringung des Drahtes muss sich zunächst die Spule mit derjenigen Geschwindigkeit drehen, welche bei den anderen Spinnmaschinen den Spindeln eigentümlich ist, weil ausserdem die Aufwindung auf die Spule nur durch ein Rückbleiben des Läufers erfolgen kann. Dieses Rückbleiben des Läufers (Stahlring) richtet sich nach dem Gewicht desselben und ist es daher notwendig, für bestimmte Garnsorten Läufer von bestimmter Grösse bezw. Gewicht zu verwenden.

7. Das Zwirnen des Asbestgarns.

Da die Asbestfäden verhältnismässig geringe Zugfestigkeit besitzen, werden mehrere Fäden zusammengedreht. Man bezeichnet dies mit Zwirnen und die hierzu verwendeten Maschinen mit Zwirnmaschinen. Die Zwirnmaschinen für die Asbestspinnerei unterscheiden sich von denjenigen der

übrigen Textil-Industrie nur durch eine etwas stärkere Bauart. Zwirnt man mehrere Fäden zusammen, so erhält man eine noch grössere Festigkeit als die der Summe der einzelnen Fäden. Bezeichnet man mit n die Anzahl der Fäden, mit G dasjenige Gewicht, das gerade einen Faden zerreisst, so ist das Reissgewicht P des gezwirnten Garns:

$$P > n \cdot G.$$

Bezeichnet man den Unterschied von P und n · G mit Q, so ist:

$$P = n \cdot G + Q$$

Dieser Wert Q wächst mit der Anzahl der Windungen (Draht), die man dem Garn beim Zwirnen pro Längeneinheit gibt. Diesem Drahtgeben ist indessen aus praktischen Gründen eine baldige Grenze gesetzt. Erhält nämlich das Asbestgarn beim Zwirnen zuviel Draht, so rollt es sich zusammen und lässt sich später nicht verarbeiten.

E. Spinnversuche mit kanadischem und sibirischem Asbest, sowie Bestimmung der Festigkeit und Dehnung verschiedener Asbestgarne aus kanadischem, sibirischem und südafrikanischem Asbest.

I. Spinnversuche mit kanadischem und sibirischem Asbest.

Nach dem auf Seite 16 beschriebenen Verfahren wurden gemischt:

Mischung A:

80 % bester kanadischer Asbest aus den Thetford-Gruben,
mit: 15 % sibirischem Asbest;
5 % Baumwolle wurden in der Hauptkrempel (s. S. 21 u. 22) beigegeben.

Mischung B:

30 % kanadischer Asbest II. Qualität aus den Johnson-Gruben,
mit: 60 % sibirischem Asbest;
10 % Baumwolle. (s. o.)

Das Vorgarn wurde auf den auf Seite 22 bis 25 beschriebenen Hauptkrempeln mit Doppelflorsystem hergestellt, deren Walzen folgende Abmessungen bezw. Tourenzahlen/Min. hatten:

	Durchmesser in mm	Umdreh./Min.
Tambour	1280	140
Arbeiter	210	8
Wender	85	520
I. Volant	260	850
II. Volant	260	850
I. Kammwalze	500	6,6
II. Kammwalze	720	4,6
Vorwalze	320	180
Einziehwalzen	66	1,3

Hieraus ergaben sich folgende Geschwindigkeiten in mm/Sec. der Kratzenbeschläge:

	Geschwindigkeit in mm/Sec.
Tambour	9 378,1
Arbeiter	87,9
Wender	2 313,1
I. Volant	11 565,7
II. Volant	11 565,7
I. Kammwalze	172,7
II. Kammwalze	173,3
Vorwalze	3 014,4
Einziehwalzen	4,5

Der Florteiler der Hauptkrempel für das **Material A** teilte die beiden Flore in 60 Teile. Die Garnwickelwalze desselben hatte einen Durchmesser von 140 mm und machte 24 Touren/Min.; mithin betrug das gelieferte Vorgarn in Meter/Stunde: $60 \cdot 0{,}14 \cdot 3{,}14 \cdot 24 \cdot 60 = 37\,981{,}44$ m/Std.

Die Garnummer*) dieses Vorgarns (A.) ergab sich zu 1071,4 d. h. 1071,4 m Vorgarn ergeben ein Gewicht von 500 g.

Mithin betrug das gelieferte Vorgarn in 1 Stunde in Kilogramm:

$$\frac{500 \cdot 37\,981{,}44}{1\,071{,}4 \cdot 1000} = 17{,}73 \text{ kg/Std.}$$

oder bei 10stündiger Arbeitszeit eine Tagesproduktion von 177,3 kg.

Der Florteiler der Hauptkrempel für das **Material B** teilte die beiden Flore in 40 Teile.

Die Garnwickelwalze desselben hatte einen Durchmesser von 170 mm und machte 22 Touren/Min., mithin betrug das gelieferte Vorgarn in Meter/Stunde: $40 \cdot 0{,}17 \cdot 3{,}14 \cdot 22 \cdot 60 = 28\,184{,}64$ m/Std.

Die Garnnummer dieses Vorgarns (B.) ergab sich zu 372 m/500 g.

*) S. v. Hoyer: Verarbeitung der Faserstoffe, S. 53.

Mithin betrug das gelieferte Vorgarn in 1 Stunde in kg:

$$\frac{500 \cdot 28\,184{,}64}{372 \cdot 1000} = 37{,}88$$

oder bei 10stündiger Arbeitszeit eine Tagesproduktion von 378,8 kg.

Zur Verspinnung des Vorgarns A diente:

I. eine Doppeldraht-Flügel-Spinnmaschine,

II. eine Doppeldraht-Ring-Spinnmaschine.

Zur Verspinnung des Vorgans B diente

III. eine Doppeldraht-Flügel-Spinnmaschine.

a) Verspinnung des Vorgarns A_I (d. h. Mischung A. und Spinnmaschine I.)

Die Transmission machte 150 Touren/Min., die Antriebsscheibe auf derselben hatte einen Durchmesser von 1000 mm, die der Spinnmaschine 300 mm. Demnach ist die Tourenzahl/Min. der Hauptwelle der Spinnmaschine: $\frac{150 \cdot 1000}{300} = 500$ Touren/Min.

Durchmesser der Scheiben auf der Hauptwelle d. Sp.-M.	220 mm.
„ „ Antriebsscheiben der Töpfe	120 mm.
„ „ „ „ Spindeln	65 mm.

Demnach machen die Töpfe: $\frac{500 \cdot 220}{120} = 917$ Touren/Min.

und die Spindeln: $\frac{500 \cdot 220}{65} = 1692$ „ „

also zusammen: 2609 Touren/Min.

Die Cylinderwalzen hatten 45 mm Durchmesser und machten 52 Umdreh/Min. Demnach ist die Garnlieferung/Min. einer Spindel in Metern:

$$0{,}045 \cdot 3{,}14 \cdot 52 = 7{,}35 \text{ m.}$$

und hieraus die Anzahl der Windungen (Draht) eines Meter Garns:

$$\frac{2609 \cdot 1}{7{,}35} = 355.$$

Bei n Spindeln und 10 Arbeitsstunden ist die tägliche Garnlieferung (A_I) der Spinnmaschine I:

$$10 \cdot n \cdot 60 \cdot 7{,}35 = n \cdot 4410 \text{ m/Tag.}$$

Die Garnnummer des Garns A_I ergab sich zu 900 m/500 g, demnach ist die tgl. Garnlieferung in kg.

$$\frac{500 \cdot n \cdot 4410}{900 \cdot 1000} = n \cdot 2{,}45 \text{ kg/Tag.}$$

Da die Hauptkrempel 177,3 kg Vorgarn (A.) tägl. lieferte, benötigt man zum Verspinnen dieses Materials:

$$n = \frac{177{,}3}{2{,}45} = 72{,}4 = 73 \text{ Spindeln.}$$

b) Verspinnung des Vorgarns A_{II} (d. h. Mischung A und Spinnmaschine II).

Die Transmission machte 150 Touren/Min., die Antriebsscheibe auf derselben hatte einen Durchmesser von 1100 mm, die der Ringspinnmaschine einen solchen von 270 mm. Demnach ist die Tourenzahl der Hauptwelle der Spinnmaschine II:

$$\frac{150 \cdot 1100}{270} = 611 \text{ Touren/Min.}$$

Durchmesser der Scheiben auf der Hauptwelle:	220 mm.
„ „ Antriebsscheiben der Töpfe:	140 mm.
„ „ „ der Spulen:	45 mm.

Demnach machen die Töpfe: $\frac{611 \cdot 220}{140} =$ 960 Touren/Min.

und die Spulen: $\frac{611 \cdot 220}{45} =$ 2987 „ „

also zusammen: 3947 Touren/Min.

Die Zylinderwalzen mit 45 mm Durchmesser machten 49 Umdr./Min.

Demnach ist die Garnlieferung/Min. einer Spule in Metern:

$$0{,}045 \cdot 3{,}14 \cdot 49 = 6{,}92$$

und hieraus die Anzahl der Windungen (Draht) eines Meter Garns:

$$\frac{3947 \cdot 1}{6{,}92} = 570$$

Bei n Spulen und 10stündiger Arbeitszeit ist die tägliche Garnlieferung der Ringspinnmaschine II:

$$10 \cdot n \cdot 60 \cdot 6{,}92 = n \cdot 4152 \text{ m/Tag.}$$

Die Garnnummer ergab sich zu:

1059 m/500 g,

demnach ist die tägl. Garnlieferung in kg.:

$$\frac{500 \cdot n \cdot 4152}{1059 \cdot 1000} = n \cdot 1{,}96 \text{ kg/Tag.}$$

Da die Hauptkrempel 177,3 kg. Vorgarn A tägl. lieferte, benötigt man zum Verspinnen dieses Materials auf der Doppeldraht-Ringspinnmaschine:

$$n = \frac{177{,}3}{1{,}96} = 90{,}5 = 91 \text{ Spulen.}$$

c) Verspinnung des Vorgarns B_{III} (d. h. Mischung B und Spinnmaschine III.)

Die Transmission machte 150 Touren/Min., die Antriebsscheibe auf derselben hatte einen Durchmesser von 900 mm, die der Spinnmaschine einen solchen von 390 mm. Demnach ist die Tourenzahl/Min. der Spinnmaschine III:

$$\frac{150 \cdot 900}{390} = 346 \text{ Touren/Min.}$$

Durchmesser der Scheiben auf der Hauptwelle:	220 mm.
„ „ Antriebsscheiben der Töpfe:	120 mm.
„ „ „ „ Spindeln:	65 mm.

Demnach machen die Töpfe: $\frac{346 \cdot 220}{120} =$	634 Umdr./Min.
und die Spindeln: $\frac{346 \cdot 220}{65} =$	1171 „ „
also zusammen:	1805 Umdr./Min.

Die Zylinderwalzen mit 45 mm Durchmesser machten 58 Umdr./Min.

Demnach ist die Garnlieferung/Min. einer Spindel in Metern: $0{,}045 \cdot 58 \cdot 3{,}14 = 8{,}2$ m, hieraus die Anzahl der Windungen (Draht) eines Meter Garns: $\frac{1805 \cdot 1}{8{,}2} = 220.$

Bei n Spindeln und 10 Arbeitsstunden ergibt sich die tägliche Garnlieferung der Spinnmaschine III:

$$10 \cdot n \cdot 60 \cdot 8{,}2 = n \cdot 4920 \text{ m/Tag.}$$

Die Garnnummer des Garns B_{III} ergab sich zu 366 m/500 g. Hieraus die tgl. Lieferung in kg.:

$$\frac{500 \text{ n} \cdot 4920}{366 \cdot 1000} = n \cdot 6{,}72 \text{ kg.}$$

Da die Hauptkrempel 377,8 kg Vorgarn B tgl. lieferte, benötigt man zum Verspinnen dieses Materials:

$$n = \frac{378{,}8}{6{,}72} = 56{,}4 = 57 \text{ Spindeln.}$$

Durch Verspinnung der Vorgarne A und B wurden demnach 3 verschiedene Garne erhalten und zwar:

A_I	mit Garnnummer	900 m/500 g
A_{II}	„ „	1059 „ „
B_{III}	„ „	366 „ „

II. Bestimmung der Festigkeit und Dehnung verschiedener Asbestgarne aus kanadischem, sibirischem und südafrikanischem Asbest.

Zur Ermittlung der Festigkeit und Dehnung von Garnen bedient man sich besonders konstruierter Festigkeitsmaschienen*), welche so eingerichtet sind, dass sie einen Faden von bestimmter Länge allmählich so weit spannen, bis der Bruch erfolgt und sodann an einer Ablese-Vorrichtung die zum Zerreissen erforderliche Kraft (Reissgewicht) und erfolgte Dehnung (Bruchdehnung) angeben. Um bei der Bestimmung der absoluten Festigkeit der praktisch schwer durchführbaren Ausmessung der Querschnitte überhoben zu sein, drückt man die Festigkeit durch diejenige Länge eines Garns aus, welche imstande ist, dieses Garn durch das eigene Gewicht zu zerreissen.

*) S. v. Hoyer: Verarbeitung der Faserstoffe S. 364.

Man ist übereingekommen, dem Garn in der Festigkeitsmaschine eine freie Einspannlänge $l = 180$ mm zu geben und das Verhältnis der Garnlänge zu dem Garngewicht g, also $\frac{l}{g}$ die Feinheitsnummer des Garns zu nennen. Bedeutet nun P das Reissgewicht, so ergibt sich:

$$R = \frac{l}{g} \cdot P,$$

d. h. die Reisslänge ist das Produkt aus der Feinheitsnummer und dem Reissgewicht. Da nun das Gewicht g zwischen den Grenzen 0,1 bis 0,6 Gramm zu liegen pflegt, so sind auf Grund der genannten Werte zur Bequemlichkeit bei der Reisslängenberechnung, Feinheitsnummerntabellen aufgestellt worden, aus welchen die mit dem Reissgewicht zu multiplizierenden Nummern abzulesen sind.

Die beobachtete Bruchdehnung wird in Prozenten der Länge ausgedrückt.

Zur genauen Bestimmung des Gewichtes g eines $l = 180$ mm langen Fadens wurde bei folgenden Versuchen die 10fache Länge gewogen. Das Reissgewicht P, sowie die prozentuale Dehnung e wurde aus dem Mittel von 5 Versuchen gefunden.

Bezeichnet man:

$G =$ Gewicht eines $10 \cdot l = 1{,}8$ m langen Fadens in Gramm

$g =$ „ „ $l = 180$ mm „ „ „ „

$N =$ Feinheitsnummer $= \frac{l}{g} = \frac{180}{g}$

$P_1\ P_2\ P_3\ P_4\ P_5 =$ durch Versuche gefundene Reissgewichte in Kilogramm

$P_m =$ Mittleres Reissgewicht „ „

$e_1\ e_2\ e_3\ e_4\ e_5 =$ durch Versuche gefundene Dehnungen in Prozenten

$e_m =$ Mittlere Dehnung „ „

so ergab sich für:

1. **Asbestgarn A_I** (Garnnummer: 900/500 g).

$G_1 = 1,0$ mithin:	$P_1 = 0,65$	$e_1 = 6,2$
$g = 0,1$ und aus Tabelle:	$P_2 = 0,6$	$e_2 = 6,3$
$N = 1,8$	$P_3 = 0,5$	$e_3 = 6,0$
	$P_4 = 0,55$	$e_4 = 5,8$
	$P_5 = 0,7$	$e_5 = 4,0$
	$\Sigma P = 3,00$	$\Sigma e = 28,3$
	$P_m = 0,6$ kg	$e_m = 5,66\,\%$

$$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 0,6 \cdot 1,8 \cdot 1000 = 1080 \text{ m.}$$

2. **Asbestgarn A_{II}** (Garnnummer 1059 m/500 g).

	$P_1 = 0,8$	$e_1 = 8,6$
	$P_2 = 1,0$	$e_2 = 6,2$
$G_1 = 0,85$ mithin:	$P_3 = 0,8$	$e_3 = 6,0$
$g = 0,085$ und aus Tabelle:	$P_4 = 0,75$	$e_4 = 5,0$
$N = 2,118$	$P_5 = 0,7$	$e_5 = 6,2$
	$\Sigma P = 4,05$	$\Sigma e = 32,0$
	$P_m = 0,81$ kg	$e_m = 6,4\%$

$$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 0,81 \cdot 2,118 \cdot 1000 = 1716 \text{ m.}$$

3. **Asbestgarn B_{III}** (Garnnummer 366 m/500 g).

	$P_1 = 0,6$	$e_1 = 7,0$
$G = 2,46$	$P_2 = 0,5$	$e_2 = 6,5$
$g = 0,246$	$P_3 = 0,7$	$e_3 = 8,0$
$N = 0,732$	$P_4 = 1,0$	$e_4 = 8,2$
	$P_5 = 0,8$	$e_5 = 7,0$
	$\Sigma P = 3,6$	$\Sigma e = 36,7$
	$P_m = 0,72$ kg	$e_m = 7,34\%$

$$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 0,72 \cdot 0,732 \cdot 1000 = 527 \text{ m.}$$

Um die Festigkeit der Garne A_{II} und B_{III} zu erhöhen, wurden dieselben mehrfach gezwirnt. (Vgl. S. 29 u. 30.)

Es ergab sich für:

4. **Asbestgarn A_{II} zweifach gezwirnt** (Garnnummer: 474 m/500 g).

$G = 1,9$	$P_1 = 2,0$	$e_1 = 10,2$
$g = 0,19$	$P_2 = 1,9$	$e_2 = 10,4$
$N = 0,947$	$P_3 = 1,9$	$e_3 = 10,4$
	$P_4 = 1,8$	$e_4 = 10,8$
	$P_5 = 1,75$	$e_5 = 8,0$
	$\Sigma P = 9,35$	$\Sigma e = 49,8$
	$P_m = 1,87$ kg	$e_m = 9,96\,\%$

$$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 1,87 \cdot 0,947 \cdot 1000 = 1771 \text{ m}.$$

5. **Asbestgarn A_{II} dreifach gezwirnt** (Garnnummer: 321 m/500 g).

	$P_1 = 3,2$	$e_1 = 11$
$G = 2,8$	$P_2 = 3,8$	$e_2 = 13,2$
$g = 0,28$	$P_3 = 4,0$	$e_3 = 15,0$
$N = 0,643$	$P_4 = 3,7$	$e_4 = 15,0$
	$P_5 = 3,6$	$e_5 = 11,0$
	$\Sigma P = 18,3$	$\Sigma e = 65,2$
	$P_m = 3,66$ kg	$e_m = 13,04\,\%$

$$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 3,66 \cdot 0,643 \cdot 1000 = 2353 \text{ m}.$$

6. **Asbestgarn A_{II} vierfach gezwirnt** (Garnnummer: 209 m/500 g).

	$P_1 = 5,4$	$e_1 = 15$
$G = 4,3$	$P_2 = 6,0$	$e_2 = 13$
$g = 0,43$	$P_3 = 5,3$	$e_3 = 12$
$N = 0,419$	$P_4 = 6,1$	$e_4 = 15$
	$P_5 = 5,4$	$e_5 = 13$
	$\Sigma P = 28,2$	$\Sigma e = 68$
	$P_m = 5,64$ kg	$e_m = 13,6\,\%$

$$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 5,64 \cdot 0,419 \cdot 1000 = 2363 \text{ m}.$$

7. Asbestgarn B_{III} zweifach gezwirnt

(Garnnummer: 183 m/500 g).

	$P_1 = 1{,}5$	$e_1 = 9{,}8$
$G = 4{,}93$	$P_2 = 1{,}8$	$e_2 = 9{,}4$
$g = 0{,}493$	$P_3 = 2{,}0$	$e_3 = 10{,}2$
$N = 0{,}365$	$P_4 = 1{,}5$	$e_4 = 7{,}2$
	$P_5 = 2{,}1$	$e_5 = 11{,}0$
	$\Sigma P = 8{,}9$	$\Sigma e = 47{,}6$
	$P_m = 1{,}78$ kg	$e_m = 9{,}52\,\%$

$$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 1{,}78 \cdot 0{,}365 \cdot 1000 = 650 \text{ m.}$$

Wie schon früher (vgl. S. 26) erwähnt, gibt man dem Asbestgarn, um die Festigkeit um ein bedeutendes zu erhöhen, in manchen Fällen eine Seele, d. i. eine Einlage von Baumwollzwirn oder dünnem Messingdraht. Dem Asbestgarn A_I wurden derartige Seelen gegeben und hierauf auch auf Festigkeit und Dehnung geprüft.

Es ergab sich für:

8. Asbestgarn A_I mit Baumwollzwirnseele

(Garnnummer: 600 m/500 kg).

	$P_1 = 3{,}9$	$e_1 = 13$
$G = 1{,}5$	$P_2 = 4{,}1$	$e_2 = 12{,}6$
$g = 0{,}15$	$P_3 = 3{,}9$	$e_3 = 12{,}0$
$N = 1{,}2$	$P_4 = 4{,}0$	$e_4 = 14{,}0$
	$P_5 = 4{,}3$	$e_5 = 12{,}3$
	$\Sigma P = 20{,}2$	$\Sigma e = 63{,}9$
	$P_m = 4{,}04$ kg	$e_m = 12{,}78\,\%$

$$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 4{,}04 \cdot 1{,}2 \cdot 1000 = 4848 \text{ m.}$$

9. Asbestgarn A_I mit Messingdrahtseele
(Garnnummer: 446 m/500 g).

Der als Seele dienende Messingdraht war äusserst dünn, 1667 m wogen 500 g.

$G = 2{,}02$	$P_1 = 2{,}5$	$e_1 = 8$
$g = 0{,}202$	$P_2 = 2{,}5$	$e_2 = 6{,}8$
$N = 0{,}891$	$P_3 = 2{,}1$	$e_3 = 5{,}8$
	$P_4 = 2{,}5$	$e_4 = 6{,}0$
	$P_5 = 2{,}5$	$e_5 = 7{,}0$
	$\Sigma P = 12{,}1$	$\Sigma e = 33{,}6$
	$P_m = 2{,}42$ kg	$e_m = 6{,}72\,\%$

$$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 2{,}42 \cdot 0{,}891 \cdot 1000 = 2156 \text{ m.}$$

10. Astbestgarn A_I mit Messingdrahtseele zweifach gezwirnt
(Garnnummer 250 m/500 g).

	$P_1 = 5{,}3$	$e_1 = 12{,}6$
$G = 3{,}6$	$P_2 = 5{,}3$	$e_2 = 12{,}4$
$g = 0{,}36$	$P_3 = 5{,}2$	$e_3 = 12{,}8$
$N = 0{,}5$	$P_4 = 5{,}2$	$e_4 = 11{,}0$
	$P_5 = 5{,}3$	$e_5 = 10{,}8$
	$\Sigma P = 26{,}3$	$\Sigma e = 59{,}6$
	$P_m = 5{,}26$ kg	$e = 11{,}92\,\%$

$$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 5{,}26 \cdot 0{,}5 \cdot 1000 = 2630 \text{ m.}$$

11. Asbestgarn A_I mit Messingdrahtseele dreifach gezwirnt
(Garnnummer: 169 m/500 g).

	$P_1 = 9{,}1$	$e_1 = 15$
$G = 5{,}34$	$P_2 = 8{,}0$	$e_2 = 14{,}8$
$g = 0{,}534$	$P_3 = 8{,}6$	$e_3 = 15{,}0$
$N = 0{,}337$	$P_4 = 8{,}9$	$e_4 = 14{,}9$
	$P_5 = 8{,}3$	$e_5 = 14{,}8$
	$\Sigma P = 42{,}9$	$\Sigma e = 74{,}5$
	$P_m = 8{,}58$ kg	$e_m = 14{,}9\,\%$

$$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 8{,}58 \cdot 0{,}337 \cdot 1000 = 2891 \text{ m.}$$

In folgendem wurden Garne aus südafrikanischem oder Blau-Asbest auf ihre Festigkeit und Dehnung untersucht.

Die Garne waren sämtlich zweifach gezwirnt und stammten aus einer englischen Gesellschaft gehörigen italienischen Fabrik: The Cape Asbestos Co. in Turin.

12. **Blau-Asbestgarn zweifach gezwirnt** (Garnnummer: 526 m/500 g).

$G = 1,71$	$P_1 = 3,4$	$e_1 = 4,8$
$g = 0,171$	$P_2 = 3,6$	$e_2 = 4,8$
$N = 1,053$	$P_3 = 3,0$	$e_3 = 4,1$
	$P_4 = 4,0$	$e_4 = 5,8$
	$P_5 = 2,4$	$e_5 = 2,8$
	$\Sigma P = 16,4$	$\Sigma e = 22,3$
	$P_m = 3,28$ kg	$e_m = 4,46$ %

$$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 3,28 \cdot 1,053 \cdot 1000 = 3454 \text{ m.}$$

13. **Blau-Asbestgarn zweifach gezwirnt** (Garnnummer: 511 m/500 g.)

	$P_1 = 4,0$	$e_1 = 5,2$
$G_1 = 1,76$	$P_2 = 4,2$	$e_2 = 6,0$
$g = 0,176$	$P_3 = 2,8$	$e_3 = 7,0$
$N = 1,023$	$P_4 = 3,8$	$e_4 = 4,2$
	$P_5 = 3,2$	$e_5 = 4,6$
	$\Sigma P = 18,0$	$\Sigma e = 27,0$
	$P_m = 3,6$ kg	$e_m = 5,4$ %

$$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 3,6 \cdot 1,023 \cdot 1000 = 3\,683 \text{ m.}$$

14. **Blau-Asbestgarn zweifach gezwirnt** (Garnnummer: 446 m/500 g.)

	$P_1 = 5,2$	$e_1 = 6,0$
$G = 2,02$	$P_2 = 4,2$	$e_2 = 5,2$
$g = 0,202$	$P_3 = 3,1$	$e_3 = 5,0$
$N = 0,891$	$P_4 = 5,3$	$e_4 = 7,0$
	$P_5 = 4,8$	$e_5 = 4,8$
	$\Sigma P = 22,6$	$\Sigma e = 28,0$
	$P_m = 4,52$ kg	$e_m = 5,6$ %

$$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 4,52 \cdot 0,891 \cdot 1000 = 4027 \text{ m.}$$

15. Blau-Asbestgarn zweifach gezwirnt
(Garnnummer 437 m/500 g.)

	$P_1 = 4{,}5$	$e_1 = 6{,}8$
$G = 2{,}06$	$P_2 = 4{,}6$	$e_2 = 8{,}2$
$g = 0{,}206$	$P_3 = 4{,}6$	$e_3 = 6{,}4$
$N = 0{,}874$	$P_4 = 3{,}4$	$e_4 = 4{,}2$
	$P_5 = 3{,}6$	$e_5 = 6{,}2$
	$\Sigma P = 20{,}7$	$\Sigma e = 31{,}8$
	$P_m = 4{,}14$ kg	$e_m = 6{,}36$ %

$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 4{,}14 \cdot 0{,}874 \cdot 1000 = 3618$ m.

16. Blau-Asbestgarn zweifach gezwirnt
(Garnnummer 417 m/500 g.)

	$P_1 = 5{,}5$	$e_1 = 3{,}8$
$G = 2{,}16$	$P_2 = 4{,}9$	$e_2 = 3{,}2$
$g = 0{,}216$	$P_3 = 4{,}2$	$e_3 = 3{,}2$
$N = 0{,}833$	$P_4 = 5{,}4$	$e_4 = 3{,}9$
	$P_5 = 5{,}0$	$e_5 = 3{,}6$
	$\Sigma P = 25{,}0$	$\Sigma e = 17{,}7$
	$P_m = 5{,}0$ kg	$e_m = 3{,}54$ %

$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 5{,}0 \cdot 0{,}833 \cdot 1000 = 4\,165$ m.

17. Blau-Asbestgarn zweifach gezwirnt
(Garnnummer: 354 m/500 g.)

	$P_1 = 4{,}6$	$e_1 = 3{,}2$
$G = 2{,}54$	$P_2 = 5{,}3$	$e_2 = 3{,}3$
$g = 0{,}254$	$P_3 = 5{,}2$	$e_3 = 3{,}0$
$N = 0{,}709$	$P_4 = 7{,}4$	$e_4 = 3{,}8$
	$P_5 = 6{,}7$	$e_5 = 3{,}5$
	$\Sigma P = 29{,}2$	$\Sigma e = 16{,}8$
	$P_m = 5{,}84$ kg	$e_m = 3{,}36$ %

$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 5{,}84 \cdot 0{,}709 \cdot 1000 = 4\,141$ m.

18. Blau-Asbestgarn zweifach gezwirnt
(Garnnummer: 349 m/500 g.)

	$P_1 = 3{,}7$	$e_1 = 4{,}6$
$G = 2{,}58$	$P_2 = 4{,}3$	$e_2 = 6{,}2$
$g = 0{,}258$	$P_3 = 4{,}0$	$e_3 = 5{,}2$
$N = 0{,}698$	$P_4 = 4{,}3$	$e_4 = 7{,}0$
	$P_5 = 3{,}6$	$e_5 = 4{,}2$
	$\Sigma P = 19{,}9$	$\Sigma e = 27{,}2$
	$P_m = 3{,}98$	$e_m = 5{,}44$

$$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 3{,}98 \cdot 0{,}698 \cdot 1000 = 2\,778 \text{ m.}$$

19. Blau-Asbestgarn zweifach gezwirnt
(Garnnummer: 324 m/500 g).

	$P_1 = 3{,}2$	$e_1 = 2{,}8$
$G = 2{,}78$	$P_2 = 2{,}7$	$e_2 = 2{,}7$
$g = 0{,}278$	$P_3 = 3{,}5$	$e_3 = 4{,}2$
$N = 0{,}647$	$P_4 = 2{,}8$	$e_4 = 5{,}4$
	$P_5 = 3{,}3$	$e_5 = 7{,}1$
	$\Sigma P = 15{,}5$	$\Sigma e = 22{,}2$
	$P_m = 3{,}1$	$e_m = 4{,}44$

$$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 3{,}1 \cdot 0{,}647 \cdot 1000 = 2066 \text{ m.}$$

20. Blau-Asbestgarn zweifach gezwirnt
(Garnnummer: 317 m/500 g).

	$P_1 = 4{,}9$	$e_1 = 6{,}2$
$G = 2{,}84$	$P_2 = 5{,}4$	$e_2 = 7{,}0$
$g = 0{,}284$	$P_3 = 6{,}1$	$e_3 = 8{,}8$
$N = 0{,}634$	$P_4 = 5{,}3$	$e_4 = 5{,}8$
	$P_5 = 5{,}5$	$e_5 = 7{,}2$
	$\Sigma P = 27{,}2$	$\Sigma e = 35{,}0$
	$P_m = 5{,}44$ kg	$e_m = 7{,}0\,\%$

$$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 5{,}44 \cdot 0{,}634 \cdot 1000 = 3\,449 \text{ m.}$$

21. **Blau-Asbestgarn: zweifach gezwirnt** (Garnnummer: 310 m/500 g).

	$P_1 = 2,0$	$e_1 = 3,6$
$G = 2,9$	$P_2 = 2,4$	$e_2 = 4,6$
$g = 0,29$	$P_3 = 1,4$	$e_3 = 3,0$
$N = 0,621$	$P_4 = 3,1$	$e_4 = 3,4$
	$P_5 = 2,4$	$e_5 = 4,4$
	$\Sigma P = 11,3$	$\Sigma e = 19,0$
	$P_m = 2,26$ kg	$e_m = 3,8$

$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 2,26 \cdot 0,621 \cdot 1000 = 1403$ m.

22. **Blau-Asbestgarn: zweifach gezwirnt** (Garnnummer: 302 m/500 g).

	$P_1 = 4,9$	$e_1 = 6,2$
$G = 2,98$	$P_2 = 5,4$	$e_2 = 6,6$
$g = 0,298$	$P_3 = 5,4$	$e_3 = 8,0$
$N = 0,604$	$P_4 = 4,3$	$e_4 = 7,0$
	$P_5 = 4,4$	$e_5 = 7,6$
	$\Sigma P = 24,4$	$\Sigma e = 35,4$
	$P_m = 4,88$ kg	$e_m = 7,08\%$

$R = P_m \cdot N \cdot 1000 = 4,88 \cdot 0,604 \cdot 1000 = 2948$ m.

23. **Blau-Asbestgarn: zweifach gezwirnt** (Garnnummer: 250/500 g).

	$P_1 = 4,5$	$e_1 = 7,3$
$G = 3,6$	$P_2 = 5,6$	$e_2 = 7,4$
$g = 0,36$	$P_3 = 5,4$	$e_3 = 8,2$
$N = 0,5$	$P_4 = 5,7$	$e_4 = 5,1$
	$P_5 = 4,0$	$e_5 = 5,1$
	$\Sigma P = 25,2$	$\Sigma e = 33,1$
	$P_m = 5,04$	$e_m = 6,62$

$R = P_m . N . 1000 = 5,04 . 0,5 . 1000 = 2520$

Tabelle zur Zusammenfassung der Resultate. (Zur Seite 48.)

Lfd. №	Vers. №	Asbestart	Tagesproduktion eines Hauptkrempels in kg	Zum Verspinnen nötige Anzahl von Spindeln bezw. Spulen	Spinnmaschine	Seele?	gezwirnt?	Garnnummer in m/500 g	Mittleres Reissgewicht in kg	Mittlere prozentuale Dehnung	Reisslänge in Metern
1	2	80% kan. I. Qual. 15% sibirisch 5% Baumw.	177,3	91	Doppeldraht-Ringspinnmaschine II	—	--	1059	0,81	6,4	1716
2	4	"	"	"	"	—	2 fach gezw.	474	1,87	9,96	1771
3	5	"	"	"	"	—	3 fach "	321	3,66	13,04	2353
4	6	"	"	"	"	—	4 fach "	209	5,64	13,6	2363
5	1	"	"	73	Doppeldraht-Flügelspinnmaschine I	—	—	900	0,6	5,66	1080
6	8	"	"	"	"	Baumwoll-Zwirnseele	—	600	4,04	12,78	4848
7	9	"	"	"	"	Dünne Messingdrahtseele	—	446	2,42	6,72	2156
8	10	"	"	"	"	"	2 fach gezw.	250	5,26	11,92	2630
9	11	"	"	"	"	"	3 fach "	169	8,58	14,9	2891
10	3	30% kan. II. Qual. 60% sibirisch 10% Baumwolle	378,8	57	Doppeldraht-Flügelspinnmaschine III	—	—	366	0,72	7,34	527
11	7	"	"	"	"	—	2 fach gezw.	183	1,78	9,52	650

12	12	südafrikanischer oder Blau-Asbest	—	—	—	—	2 fach gezw.	526	3,28	4,46	3454
13	13	„	—	—	—	—	„ „	511	3,6	5,4	3683
14	14	„	—	—	—	—	„ „	446	4,52	5,6	4027
15	15	„	—	—	—	—	„ „	437	4,14	6,36	3618
16	16	—	—	—	—	—	„ „	417	5,0	3,54	4165
17	17	—	—	—	—	—	„ „	354	5,84	3,36	4141
18	18	—	—	—	—	—	„ „	349	3,98	5,44	2778
19	19	—	—	—	—	—	„ „	324	3,1	4,44	2006
20	20	—	—	—	—	—	„ „	317	5,44	7,0	3449
21	21	—	—	—	—	—	„ „	310	2,26	3,8	1403
22	22	—	—	—	—	—	„ „	302	4,88	7,08	2948
23	23	—	—	—	—	—	„ „	250	5,04	6,62	2520

Zusammenfassung der Resultate.

Vorstehende Tabelle (S. 46 u. 47) lässt zunächst erkennen, dass das Garn aus Blau-Asbest eine erhöhte Festigkeit den anderen Asbestarten gegenüber besitzt. Diese Tatsache erklärt sich daraus, dass der Blau-Asbest, wie schon eingangs (vgl. S. 10 u. 11) erwähnt, im Rohzustande ein sehr langes und gut verspinnbares Fasermaterial vorstellt. Indessen ist die praktische Verwendung des Blau-Asbestes nur bei geringen Temperaturen möglich, da er an Feuerfestigkeit (vgl. S. 12 bis 14) dem kanadischen und sibirischen Asbest überaus unterlegen ist. Man sieht deshalb in Deutschland von der Verarbeitung desselben grösstenteils ab und widmet sich fast ausschliesslich der Verarbeitung des Weiss-Asbest, d. h. des kanadischen und sibirischen Asbestes.

Während von diesen beiden letzten der kanadische Asbest ein besseres Spinnmaterial bietet (vgl S. 9, 10 u. 14), ist der sibirische säurefester als der kanadische Asbest (vgl. S. 12 bis 14). Beide Eigenschaften können indessen durch entsprechendes Mischen des Rohmaterials teilweise ausgeglichen werden.

Beim Vergleich der Garne 1 bis 5 der Tabelle mit 10 und 11 ersieht man, dass die Reisslängen bei grösserem Zusatz von sibirischem Asbest bedeutend niedriger werden, und erkennt auch hieraus sofort die überlegene Spinnfähigkeit der kanadischen Fasern (s. o.). Man wird daher zum Spinnen von Asbestfäden mit hoher Garnnummer möglichst guten, kanadischen Asbest verwenden müssen, während man bei niedrigen Garnnummern aus ökonomischen Gründen den billigeren sibirischen Asbest mehr und mehr beimischen wird.

Aus den in der Tabelle angegebenen (auf den Seiten 31 bis 36 berechneten) Tagesproduktionen ist ersichtlich, dass bei gleichen Hauptkrempeln mit

57 Spindeln 378,8 kg Asbestfäden mit niedriger Garnnummer (366 m/500 g) gegenüber nur 177,3 kg Asbestfäden mit höherer Garnnummer (900 bezw. 1060 m/500 g) auf 73 bezw. 91 Spindeln bezw. Spulen hergestellt worden sind.

Das stärkere Asbestgarn gestattet also gegenüber dem feineren nicht nur eine erhöhte Beimischung von sibirischem Asbest, sondern setzt uns auch in den Stand, die Tagesproduktion bei kleinerer Spindel- bezw. Spulenanzahl um weit über das Doppelte bei vollkommen gleichen Hauptkrempeln zu erhöhen.

Des weiteren erkennt man aus der Tabelle, dass die prozentuale Dehnung beim Zwirnen des Asbestgarns wächst, im wesentlichen aber zwischen 3,5 und 15 % variiert.

Endlich ersieht man aus der Tabelle Nr. 6—9, wie eine Seele (vgl. S. 26, 40 u. 41) die Festigkeit des Asbestgarns um Bedeutendes erhöht.

* * *

Vorliegende Arbeit wurde teilweise im mechanisch-technologischen Laboratorium der K. b. Technischen Hochschule in München, teilweise im Asbestwerk Feodor Burgmann in Dresden-Leuben angefertigt.

